



<b>Title</b>	<b>High efficiency driver for color light emitting diodes (LED)</b>
<b>Inventor(s)</b>	<b>Poon, Franki Ngai Kit; Pong, MH; Liu, Joe Chui Pong</b>
<b>Citation</b>	<b>Germany Published Patent Application DE 60221343. Munich, Germany: The German Patent and Trade Mark Office (DPMA), 2008</b>
<b>Issued Date</b>	<b>2008</b>
<b>URL</b>	<b><a href="http://hdl.handle.net/10722/176713">http://hdl.handle.net/10722/176713</a></b>
<b>Rights</b>	<b>Creative Commons: Attribution 3.0 Hong Kong License For Public Patent Documents</b>



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 21 343 T2** 2008.04.17

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 320 284 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 21 343.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 027 332.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **07.12.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.06.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.07.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.04.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H05B 33/08** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**17661 14.12.2001 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:

**The University of Hong Kong, Hong Kong, HK**

(72) Erfinder:

**Poon, Franki Ngai Kit, Kowloon, Hong Kong, CN;  
Pong, Man Hay, Apleichau, Hong Kong, CN; Liu,  
Joe Chui Pong, Kwai Hing, N.T., Hong Kong, CN**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster &  
Partner, 70174 Stuttgart**

(54) Bezeichnung: **Hocheffiziente Steuerschaltung für Farbleuchtdioden**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Bereich der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bereitstellung von Leistung für eine Mehrzahl von Leuchtdioden, um eine gewünschte Farbe und Helligkeit zu erzeugen, und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Unter den verschiedenen Arten von elektrischen Beleuchtungselementen wird die Leuchtdiode (LED) zu einer populären Lichtquelle, wodurch der Nutzen der Leuchtdiode für viele Zwecke einschließlich der Beleuchtung erhöht wird. Leuchtdioden erzeugen verschiedene Farben, so sind rote, blaue und grüne LEDs verfügbar. Kombinationen von diesen primären Farben können beinahe jede beliebige Farbe erzeugen, so dass die Verwendung der LED für viele dekorative Lichtapplikationen und Beleuchtungen verbessert wird. Zudem weist eine Leuchtdiode mit ihren kleinen Abmessungen das Potential auf, eine Beleuchtungsanordnung mit kleinen Abmessungen zu erzeugen, insbesondere mit besonderen Leistungstreibern, um sie effizient nutzen zu können.

**[0003]** LEDs sind gut geeignet, um einen Farbpixel in einer digitalen Bildanzeige durch eine Kombination von mehreren LEDs zu implementieren, um einen Bereich von gewünschten Farben für den Farbpixel zu erzeugen. Um einen Farbpixel, der aus drei Leuchtdioden besteht, die jeweils eine der primären Farben aufweisen, zu treiben, sind typischerweise drei getrennte Leistungsquellen erforderlich, um verschiedene Spannungen zu erzeugen. Durch Steuern dieser drei Leistungsquellen werden die drei LEDs getrennt freigegeben, um eine gewünschte Farbe mit einer gewünschten Helligkeit zu erzeugen. Viele LEDs arbeiten mit niedrigen Spannungen, typischerweise im Bereich von 1,5 V bis 4 Volt. Da rote, blaue und grüne LEDs alle verschiedene Anschalt- oder Durchlassspannungen aufweisen, muss jede der Leistungsquellen Strom bei verschiedenen Spannungen erzeugen. Des Weiteren ist eine Anzahl von LEDs häufig parallel geschaltet, um die Helligkeit zu erhöhen, wodurch erforderlich ist, dass die Leistungsquelle einen ausreichenden Strom zur Verfügung stellt, um die parallelen LEDs zu treiben.

**[0004]** Eine Unzulänglichkeit von Leistungsquellen mit einer niedrigen Spannung und einem hohen Strom besteht in ihrem niedrigen Wirkungsgrad. Dies liegt daran, dass der größte Anteil der getakteten Leistung über einer Ausgabediode angelegt ist, die eine Durchlassspannung aufweist, die mit der einer bestimmungsgemäßen LED-Last vergleichbar ist. Dadurch wird die erzeugte Spannung zwischen dieser Diode und der LED aufgeteilt, wodurch der Wirkungsgrad aufgrund des hohen Stroms, der hohe Widerstandsverluste erzeugt, auf ungefähr 50 Prozent absinkt.

**[0005]** Ein bekanntes Verfahren zur Vermeidung einer Leistungsquelle mit einer niedrigen Spannung schaltet eine Anzahl von LEDs in Reihe, so dass die Treiberspannung die Summe der Spannungen der einzelnen in Reihe geschalteten LEDs ist. Diese Anordnung reduziert jedoch die Zuverlässigkeit, da die gesamte Schaltung ausfällt, wenn eine beliebige der LEDs der Reihenschaltung ausfällt.

**[0006]** Des Weiteren ist es wünschenswert, eine einzige Leistungsquelle anstatt drei getrennter Leistungsquellen für die drei primären Farben zu haben. Wie oben jedoch ausgeführt ist, korrespondieren LEDs, die mit den drei primären Farben korrespondieren, mit verschiedenen Durchlassspannungsabfällen. Typischerweise wird ein linearer Treiber in Reihe mit jeder LED der verschiedenen Farben geschaltet, wobei die einzelnen Reihenschaltungen mit einer einzigen Leistungsquelle mit konstanter Spannung verbunden sind. Der Treiber übernimmt die Spannungsdifferenz zwischen der Leistungsquelle und der LED. Dieses Verfahren weist jedoch einen hohen Leistungsverbrauch und einen niedrigen Wirkungsgrad auf. Der Wirkungsgrad dieses Verfahrens liegt nur bei ungefähr 50 Prozent, da der Spannungsabfall über dem Treiber häufig mit der Durchlassspannung der LED vergleichbar ist. Eine Schaltung mit einem solchen niedrigen Wirkungsgrad erzeugt eine große Wärme, die eine Wärmesenke erfordert, wodurch die Produktabmessungen erhöht werden, während die Zuverlässigkeit reduziert wird.

**[0007]** Das Dokument JP 61-196586 A offenbart eine Implementierung einer Infrarot-LED in einer Leistungswandlerkonfiguration, die eine Reihenschaltung einer Induktionsspule und eines Schalters aufweist, wobei die LED parallel zu der Induktionsspule geschaltet ist, so dass die LED mit einer Leistungsquelle beleuchtet wird, die eine niedrigere elektromotorische Kraft als eine Durchlassspannung der LED aufweist.

**[0008]** Zudem ist bekannt, eine Mehrzahl von LEDs, die in Reihe und/oder parallel geschaltet sind, als ein Diodenelement in einer Leistungswandlerkonfiguration zu verwenden, um sie gemeinsam zu aktivieren, wie im Dokument WO 98/30070 A1 offenbart wird.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0009]** Als technisches Problem liegt der Erfindung die Bereitstellung eines Verfahrens und einer Vorrichtung zugrunde, die in der Lage sind, einer Mehrzahl von Leuchtdioden Leistung bereitzustellen, so dass sie in der Lage sind, eine gewünschte Farbe und Helligkeit mit hoher Zuverlässigkeit und Flexibilität und mit einem hohen Wirkungsgrad zu erzeugen.

**[0010]** Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Verfahrens mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 3, 5, 7, 8 oder 10. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0011]** Es werden Verfahren und Vorrichtungen zur Bereitstellung von Leistung für eine Mehrzahl von Leuchtdioden (LEDs), einschließlich der LEDs zur Erzeugung der drei primären Farben beschrieben. Die Vorrichtung stellt eine integrierte Lösung zum Treiben der drei Arten von farbigen LEDs unter Verwendung der LED selbst als Gleichrichtungsbauelement in einem getakteten Leistungswandler zur Verfügung. Des Weiteren erfordert die Vorrichtung kein Verlustelement, z.B. keinen linearen Treiber, was aufgrund des niedrigeren Verlustes als bei bekannten Leistungsquellen zu einem energieeffizienten Betrieb führt. Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung stellen einen einfachen nicht isolierten Leistungswandler sowie eine isolierte Konfiguration für einen Off-Line-Betrieb zur Verfügung. Konsequenterweise sind bekannte unabhängige Leistungswandlerkonfigurationen, wie Durchfluss- und Sperrwandler mit der beschriebenen Vorrichtung kompatibel. Die Helligkeit von jeder der drei Farben kann durch ein passives Element moduliert werden, wobei das Tastverhältnis oder die Schaltfrequenz zu einer anpassungsfähigen und hoch effizienten Leistungswandlungsvorrichtung führt, die weniger Komponenten und kleinere Abmessungen als bekannte Konfigurationen aufweist.

**[0012]** Die Unzulänglichkeiten von bekannten Leistungswandlern für LEDs werden durch die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung überwunden. Diese und andere Vorteile einer verlässlichen Leistungsquelle zum Treiben einer Mehrzahl von farbigen LEDs, typischerweise von drei LEDs, in einer energieeffizienten Weise durch Bereitstellen des Stroms bei einer niedrigen Spannung mit einem hohen Wirkungsgrad, wird durch die Ausführungsformen der Erfindung ermöglicht, die nachfolgend im Detail beschrieben werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0013]** Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, welche nicht für alle Ströme durch die LEDs eine Modulation ermöglicht.

**[0014]** Fig. 2 zeigt beispielhafte Signalformen der Ströme, die mit einem Betrieb der korrespondierenden Ausführungsform aus Fig. 1 in einem diskontinuierlichen Modus korrespondieren.

**[0015]** Fig. 3 zeigt beispielhafte Signalformen der Ströme, die mit einem Betrieb der korrespondierenden Ausführungsform aus Fig. 1 in einem kontinuierlichen Modus korrespondieren.

**[0016]** Fig. 4 zeigt eine alternative Ausführungsform der Erfindung, welche eine Modulation der Ströme durch alle dargestellten LEDs ermöglicht.

**[0017]** Fig. 5 zeigt beispielhafte Signalformen der Ströme, die mit einem Betrieb der korrespondierenden Ausführungsform aus Fig. 4 in einem diskontinuierlichen Modus korrespondieren.

**[0018]** Fig. 6 zeigt beispielhafte Signalformen der Ströme, die mit einem Betrieb der korrespondierenden Ausführungsform aus Fig. 4 in einem kontinuierlichen Modus korrespondieren.

**[0019]** Fig. 7 zeigt eine alternative Ausführungsform der Erfindung, welche nur für zwei Ströme durch die drei dargestellten LEDs eine Modulation ermöglicht, um zu einem beliebigen Zeitpunkt Licht zu emittieren.

**[0020]** Fig. 8 zeigt beispielhafte Signalformen der Ströme, die mit einem Betrieb der korrespondierenden Ausführungsform aus Fig. 7 in einem diskontinuierlichen Modus korrespondieren.

[0021] Fig. 9 zeigt beispielhafte Signalformen der Ströme, die mit einem Betrieb der korrespondierenden Ausführungsform aus Fig. 7 in einem kontinuierlichen Modus korrespondieren.

[0022] Fig. 10 zeigt noch eine alternative Ausführungsform der Erfindung, welche eine Modulation der Helligkeit von allen LEDs ermöglicht.

[0023] Fig. 11 zeigt beispielhafte Signalformen der Ströme, die mit einem Betrieb der korrespondierenden Ausführungsform aus Fig. 10 in einem diskontinuierlichen Modus korrespondieren.

[0024] Fig. 12 zeigt beispielhafte Signalformen der Ströme, die mit einem Betrieb der korrespondierenden Ausführungsform aus Fig. 10 in einem kontinuierlichen Modus korrespondieren.

[0025] Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, welche einen Durchflusswandler und eine Isolation zwischen einem Eingang und einem Ausgang umfasst.

[0026] Fig. 14 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, welche eine Isolation zwischen dem Eingang und dem Ausgang und einen Sperrwandler mit einer Kopplungsinduktivität umfasst.

[0027] Fig. 15 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, welche eine Isolation zwischen dem Eingang und dem Ausgang umfasst und einen Transformator mit Mittelanzapfung verwendet.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0028] Die Erfindung wird mit Hilfe von verschiedenen Beispielen und beispielhaften Ausführungsformen dargestellt. Die Ausführungsformen können in zwei Arten kategorisiert werden, nämlich in nicht isolierte und in isolierte Konfigurationen. Die nicht isolierten Konfigurationen stellen keine Isolierung zwischen dem Eingang und dem Ausgang zu Verfügung, während isolierte Konfigurationen den Eingang über einen Transformator vom Ausgang isolieren. Zuerst werden nicht isolierte Konfigurationen gefolgt von den isolierten Konfigurationen beschrieben.

[0029] Bei jeder Konfiguration wird eine gewünschte Farbe durch Kombinieren von drei primären Farben erzeugt, obwohl eine solche Anordnung zum Umsetzen der Erfindung nicht erforderlich ist. Entsprechend weist jede Konfiguration typischerweise drei LEDs oder drei LED-Sätze auf, welche die primären Farben blau, rot und grün erzeugen. Kombinationen von verschiedenen Helligkeiten der Farben, die von den entsprechenden LEDs einer vorgegebenen Konfiguration erzeugt werden, erzeugen eine Vielzahl von Farben. Die Helligkeit einer LED wird durch Variieren des Stroms durch die LED verändert. Die beschriebenen Konfigurationen ermöglichen eine Modulation der Ströme durch die Bauelemente, um verschiedene Kombinationen der primären Farben zu erzeugen.

#### Nicht isolierte Konfigurationen

[0030] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, welche nicht für alle Ströme durch die LEDs eine Modulation ermöglicht, die durch den Leistungswandler versorgt werden. Fig. 1 zeigt Eingabeanschlüsse **5** und **10**, die vorzugsweise mit einer DC-Leistungsquelle verbunden sind, wobei der Eingabeanschluss **5** beispielsweise eine positive Polarität aufweist und mit einer Induktionsspule **15** gekoppelt ist, die wiederum mit einer Anode einer Leuchtdiode LED **20** gekoppelt ist, die eine der primären Farben aufweist, z.B. rot. Eine Kathode der LED **20** ist dann mit einem Schalter **25** gekoppelt, um die Schaltung mit einem negativen Anschluss zu vervollständigen. Eine LED **30**, die typischerweise aber nicht notwendiger Weise eine andere primäre Farbe zur Verfügung stellt, weist eine Kathode, die mit dem positiven Eingabeanschluss **5** gekoppelt ist, und eine Anode auf, die mit dem Schalter **25** gekoppelt ist. Eine LED **35**, die beispielsweise die Farbe blau zur Verfügung stellt, ist direkt über den Eingabeanschlüsse **5** und **10** angeschlossen, wobei ihre Anode mit dem positiven Eingabeanschluss **5** und ihre Kathode mit einem negativen Eingabeanschluss **10** gekoppelt ist.

[0031] Namentlich kann jede LED, ohne Verlust der Allgemeingültigkeit, durch eine serielle oder parallele Kombination von verschiedenen Bauelementen ersetzt werden, die in Kombination ähnliche unidirektionale Strompfade zur Verfügung stellen.

[0032] Die Funktion der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform wird nachfolgend beschrieben. Der Schalter **25** wird mit einer hohen Frequenz leitend und sperrend geschaltet. Wenn der Schalter **25** leitend geschaltet ist, steigt der Strom für eine Zeitspanne an, wobei der gleiche Strom durch die LED **20** fließt. Wenn der Schalter

**25** sperrend geschaltet ist, fließt ein Strom der Induktionsspule **25** durch die LED **30**. Da die LED **35** direkt mit den Eingabeanschlüssen gekoppelt ist, fließt durch sie ein konstanter Strom. Die resultierenden Stromsignalformen für jede LED sind in Fig. 2 dargestellt. Bei geeigneten Kombinationen der Induktivität und der Taktfrequenz, nimmt der Strom der Induktionsspule nicht auf Null ab, wenn die Vorrichtung in einem kontinuierlichen Modus arbeitet. Daher resultiert ein kontinuierlicher Betriebsmodus, wenn die Induktivität der Induktionsspule **15** oder die Taktfrequenz des Schalters **25** hoch genug ist. Fig. 3 zeigt die Signalformen der Ströme, die mit dem kontinuierlichen Betriebsmodus korrespondieren.

**[0033]** Die Signalformen der Ströme aus Fig. 2 zeigen die Ströme durch die drei LEDs im diskontinuierlichen Modus. Die Signalformen sind unterschiedlich und reflektieren verschiedene Helligkeiten für jede LED. Tatsächlich kann die relative Helligkeit der LED **20** und der LED **30** durch ein Verhältnis des Stroms angezeigt werden:

$$\frac{i_{LED20}}{i_{LED30}} = \frac{V_{F30} + V_{in}}{V_{in} - V_{F20}} \quad \text{Gl. 1}$$

**[0034]** Wobei  $V_{in}$  eine Eingabespannung ist, und wobei  $V_{F20}$ ,  $V_{F30}$  jeweils einer korrespondierenden LED-Durchlassspannung entsprechen. Eine Veränderung der Eingabespannung  $V_{in}$  ermöglicht die Variierung des Verhältnisses der Ströme durch die LEDs **20** und **30**. Ein Eingangswandler oder eine variable Spannungsquelle stellen eine variable Eingabespannung  $V_{in}$  zum Einstellen der relativen Helligkeit zur Verfügung, um verschiedene Farben zu erzeugen.

**[0035]** Die Signalformen der Ströme aus Fig. 3 zeigen die Ströme durch die drei LEDs im kontinuierlichen Modus. Die relative Helligkeit der LED **20** und der LED **30** kann durch das Verhältnis ihrer entsprechenden Ströme angezeigt werden:

$$\frac{i_{LED20}}{i_{LED30}} = \frac{1}{1 - D} \quad \text{Gl. 2}$$

**[0036]** Wobei  $D$  dem Tastverhältnis entspricht. Das Verhältnis der Ströme kann durch das Tastverhältnis eingestellt werden. Dies kann mit der variablen Eingabespannung  $V_{in}$  koordiniert werden, was weitere Farbveränderungen ermöglicht.

**[0037]** Der Strom durch die LED **35** ist von der Eingabespannung und der Eigencharakteristik des Bauelements abhängig, da es mit den Eingabeanschlüssen gekoppelt ist. Daher stellt das dargestellte Ausführungsbeispiel eine verlustlose Leistungswandlung zur Verfügung. Es besteht kein Bedarf an einem verlustbehafteten Element, wie dem bekannten linearen Treiber, was es dem Wandler ermöglicht, die gesamte oder den größten Teil der Energie mit einem hohen Wirkungsgrad zur Beleuchtung zur Verfügung zu stellen. Die Verwendung von Widerständen oder anderen verlustbehafteten Elementen ist jedoch mit dem dargestellten Entwurf kompatibel.

**[0038]** Fig. 4 zeigt eine alternative Ausführungsform der Erfindung, welche eine Modulation der Ströme durch alle dargestellten LEDs ermöglicht. Die Ausführungsform gemäß Fig. 1 zeigt eine der LEDs als direkt mit einer Eingangsleistungsquelle verbunden und mit einem begrenzten Eingabespannungsbereich. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 wird diese Begrenzung entfernt, da die dritte LED in Reihe zur Eingangsleistungsquelle geschaltet ist, was dazu führt, dass der Strom durch alle LEDs steuerbar ist. Fig. 4 zeigt, in Teilen, ein Eingabeanschlusspaar **50** und **55**, die mit einer DC-Quelle verbunden sind. Ein positiver Eingabeanschluss **50** ist mit der Anode einer LED **60** gekoppelt, deren Kathode mit einer Induktionsspule **65** gekoppelt ist, die wiederum mit der Anode einer LED **70** gekoppelt ist, die eine andere Farbe erzeugt. Die Kathode der LED **70** ist mit einem Schalter **75** gekoppelt. Zudem ist der Schalter **75** mit einem negativen Eingabeanschluss **55** verbunden. Eine LED **80**, die in der Lage ist noch eine andere Farbe zu erzeugen, ist parallel zu der Reihenschaltung aus Induktionsspule **65** und LED **70** geschaltet.

**[0039]** Die Funktion der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform wird nachfolgend beschrieben. Der Schalter **75**, der ausgeführt ist, um mit einer hohen Frequenz leitend und sperrend geschaltet zu werden, bewirkt, dass der Strom durch die Induktionsspule **65** ansteigt, wenn der Schalter **75** leitend geschaltet ist. Wenn der Schalter **75** sperrend geschaltet ist, fließt ein Strom der Induktionsspule **65** durch die LED **80**. Fig. 5 zeigt Signalformen der Ströme, durch die drei LEDs in einem diskontinuierlichen Modus. Wenn die Induktivität der Induktionsspule **65** oder die Taktfrequenz hoch genug ist, arbeitet der Wandler im kontinuierlichen Modus und die korrespondierenden Signalformen der Ströme sind in Fig. 6 dargestellt.

[0040] Die Durchschnittsströme im diskontinuierlichen Modus durch die drei LEDs **70**, **80** und **60**, die jeweils in Fig. 3 dargestellt sind, ergeben sich aus:

$$\frac{i_{LED60}}{i_{LED80}} = \frac{V_{F70} + V_{F80}}{V_{in} - V_{F60} - V_{F70}} \quad \text{Gl. 3}$$

$$\frac{i_{LED70}}{i_{LED80}} = \frac{V_{F80} + V_{in} - V_{F60}}{V_{in} - V_{F60} - V_{F70}} \quad \text{Gl. 4}$$

[0041] Wobei  $V_{in}$  die Eingabespannung ist, und wobei  $V_{F60}$ ,  $V_{F70}$  und  $V_{F80}$  jeweils einer korrespondierenden LED-Durchlassspannung entsprechen.

[0042] Dadurch können die drei Ströme durch die drei LEDs variiert werden, wodurch die Helligkeit durch Einstellen der Eingabespannung gesteuert werden kann.

[0043] Die Signalformen der Ströme aus Fig. 6 zeigen die Ströme durch die drei LEDs im kontinuierlichen Modus. Die nachfolgenden Gleichungen beschreiben die relative Helligkeit der LEDs:

$$\frac{i_{LED60}}{i_{LED80}} = \frac{D}{1 - D} \quad \text{Gl. 5}$$

$$\frac{i_{LED70}}{i_{LED80}} = \frac{1}{D} \quad \text{Gl. 6}$$

[0044] Wobei  $D$  dem Tastverhältnis entspricht. Jedes der Stromverhältnisse kann durch Variieren des Tastverhältnisses mit einer weiteren Koordination einer variablen Eingabespannung  $V_{in}$  eingestellt werden, um die von den LEDs produzierte Farbe zu steuern.

[0045] Fig. 7 zeigt eine alternative Ausführungsform der Erfindung, welche nur eine Modulation der Ströme durch zwei der drei dargestellten LEDs ermöglicht, um zu einem beliebigen Zeitpunkt Licht zu emittieren. Fig. 7 zeigt Eingabeanschlusspaar **100** und **105** für den Anschluss an eine DC-Leistungsquelle. Selbstverständlich erlauben modifizierte alternative Ausführungsformen, die eine Gleichrichtung oder ähnliches aufweisen, die Verwendung von anderen Leistungsquellen, um eine Eingangsleistung bereitzustellen. Eine oder mehrere LEDs, die mit LED **110** bezeichnet sind, sind direkt über einen positiven und negativen Eingabeanschluss gekoppelt. Die LED **110** weist eine Helligkeit auf, die von der Eingabespannung und der Eigencharakteristik des Bauelements abhängig ist. Eine Induktionsspule **115**, die mit dem positiven Eingabeanschluss **100** gekoppelt ist, ist zudem mit den Anoden von LEDs **120** und **125** gekoppelt. Eine Kathode der LED **120** ist mit einem Schalter **130** gekoppelt, der weiter mit dem negativen Anschluss **105** gekoppelt ist. Eine Kathode der LED **125** ist ebenfalls mit dem negativen Anschluss **105** gekoppelt. Wie oben bereits ausgeführt ist, kann die LED **125** durch eine Mehrzahl von in Reihe geschalteten Bauelementen ersetzt werden, so dass die Gesamtspannung, wenn aktiviert, höher als der Wert der Eingabespannung ist.

[0046] Die Funktion der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform ist ähnlich wie die der bereits beschriebenen Ausführungsformen. Kurz gesagt wird ein Hochfrequenzschalter **130** leitend geschaltet, wodurch ein Strom durch die Induktionsspule **115** erhöht wird. Wenn der Hochfrequenzschalter **130** sperrend geschaltet ist, bewirkt die Induktionsspule **115**, dass ein Strom durch die LED **125** fließt. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist der Gesamtspannungsabfall über der LED **125** höher als die Eingabespannung an den Anschlüssen **100** und **105**. Diese Anordnung reduziert den Strom durch die LED **125**, nach dem der Schalter **130** sperrend geschaltet ist. Die resultierenden Stromsignalformen der LEDs für den diskontinuierlichen Betriebsmodus sind in Fig. 8 dargestellt. Wie oben in der Beschreibung oder im Zusammenhang mit anderen Ausführungsformen bereits erwähnt ist, kann der Wandler im in Fig. 9 dargestellten kontinuierlichen Modus betrieben werden, wenn die Induktivität der Induktionsspule **115** oder die Taktfrequenz des Schalters **130** hoch genug ist.

[0047] Die Gleichungen für die Ströme im diskontinuierlichen Modus ergeben sich wie folgt:

$$\frac{i_{LED120}}{i_{LED125}} = \frac{V_{F125} - V_{in}}{V_{in} - V_{F120}} \quad \text{Gl. 7}$$

[0048] Wobei  $V_{in}$  eine Eingabespannung ist, und wobei  $V_{F125}$  und  $V_{F120}$  jeweils einer korrespondierenden LED-Durchlassspannung entsprechen. Wie oben bereits ausgeführt ist, ermöglicht die Eingabespannung eine Steuerung des Stromverhältnisses.

[0049] Die Signalformen der Ströme aus Fig. 9 zeigen die Ströme durch die drei LEDs im kontinuierlichen Modus. Die relative Helligkeit der LEDs kann durch die folgende Gleichung beschrieben werden:

$$\frac{i_{LED120}}{i_{LED125}} = \frac{D}{1-D} \quad \text{Gl. 8}$$

[0050] Wobei D dem Tastverhältnis entspricht. Das dargestellte Stromverhältnis kann durch das Tastverhältnis und weiter koordiniert mit der variablen Eingabespannung eingestellt werden, um die von den LEDs erzeugte Farbe zu modulieren.

[0051] Fig. 10 zeigt noch eine andere Ausführungsform der Erfindung, welche eine Modulation der Helligkeit von allen LEDs ermöglicht. Im Gegensatz zu der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform, die zwei LEDs mit einer Variablen Helligkeit aufweist, ermöglicht die Ausführungsform gemäß Fig. 10 die Veränderung der Helligkeit für alle drei LEDs. Zu diesem Zweck zeigt Fig. 10, dass eine LED 160 in Reihe zur Eingabespannungsquelle geschaltet ist, um eine Steuerung der Ströme durch alle der LEDs zu ermöglichen, wie nachfolgend beschrieben wird.

[0052] Fig. 10 zeigt Eingabeanschlüsse 150 und 155, die mit einer DC-Quelle verbunden sind. Ein positiver Eingabeanschluss 150 ist mit der Anode einer LED 160 gekoppelt, während die Kathode der LED 160 mit einer Induktionsspule 165 gekoppelt ist. Die Induktionsspule 165 ist weiter mit Kathoden von LEDs 170 und 175 gekoppelt. Die LED 175 ist so konfiguriert, dass die Gesamtdurchlassspannung größer als die Eingabespannung plus die Durchlassspannung der LED 160 ist. Die Kathode der LED 175 ist mit einem negativen Eingabeanschluss 155 gekoppelt. Die Kathode der LED 170 ist mit einem Schalter 180 gekoppelt, der weiter mit dem negativen Eingabeanschluss 155 gekoppelt ist.

[0053] Die Funktion der in Fig. 10 dargestellten Ausführungsform wird nachfolgend beschrieben. Wenn der Hochfrequenzschalter 180 leitend geschaltet ist, wird ein Strom durch die Induktionsspule 165 erhöht, die in Reihe mit der Schaltung der LEDs 160 und 170 geschaltet ist. Wenn der Schalter 180 sperrend geschaltet ist, wird Strom durch die Induktionsspule 165 und durch die LED 175 geleitet. Korrespondierende Signalformen der Ströme für jede der drei dargestellten LEDs aus Fig. 10 sind für den diskontinuierlichen Modus in Fig. 11 dargestellt. Fig. 12 zeigt beispielhafte Signalformen der Ströme, die mit dem kontinuierlichen Betriebsmodus korrespondieren. Die Durchschnittsströme im diskontinuierlichen Modus durch die drei LEDs können wie folgt analysiert werden:

$$\frac{i_{LED170}}{i_{LED175}} = \frac{V_{F175} - V_{F160} - V_{in}}{V_{in} - V_{F160} - V_{F170}} \quad \text{Gl. 9}$$

$$\frac{i_{LED160}}{i_{LED175}} = \frac{V_{F175} - V_{F170} - 2V_{F160}}{V_{in} - V_{F160} - V_{F170}} \quad \text{Gl. 10}$$

[0054] Wobei  $V_{in}$  die Eingabespannung ist, und wobei  $V_{F160}$ ,  $V_{F170}$  und  $V_{F175}$  jeweils einer Durchlassspannung einer korrespondierenden LED 160, LED 170 und LED 175 entsprechen. Die Stromverhältnisse können durch die Eingabespannung  $V_{in}$  variiert werden.

[0055] Die Signalformen der Ströme aus Fig. 12 zeigen die Ströme durch die drei LEDs im kontinuierlichen Modus, wobei die relative Helligkeit der LEDs durch die nachfolgenden Gleichungen beschrieben wird:

$$\frac{i_{LED170}}{i_{LED175}} = \frac{D}{1-D} \quad \text{Gl. 11}$$

$$\frac{i_{LED160}}{i_{LED175}} = \frac{1}{1-D} \quad \text{Gl. 12}$$

[0056] Wobei D dem Tastverhältnis entspricht. Die Stromverhältnisse können durch das Tastverhältnis eingestellt werden. Dies kann weiter mit einer variablen Eingabespannung koordiniert werden, um eine maximale Farbvariation zu erreichen.

[0057] Wie durch die oben dargestellten Gleichungen ersichtlich ist, erlaubt die Variierung des Stroms durch LED 170, LED 175 und LED 180 die Modulation ihrer korrespondierenden Helligkeit. Wie oben bereits ausgeführt ist, ermöglicht die Veränderung des Tastverhältnisses D und/oder der Eingabespannung eine solche Modulation.



**[0058]** Die bisher beschriebenen vier Ausführungsformen stellen nicht isolierte Konfigurationen für LEDs zur Verfügung, die primäre Farben erzeugen, obwohl die Konfigurationen selbstverständlich auch zum Treiben von LEDs geeignet sind, die andere Farben erzeugen.

#### Isolierte Konfigurationen

**[0059]** Es gibt drei Ausführungsformen zum Treiben von LEDs in diesem Abschnitt, wobei eine Ausführungsform einen Wandler vom Durchflusstyp umfasst, eine andere Ausführungsform einen Sperrwandler umfasst, und noch eine andere Ausführungsform einen Durchflusswandler umfasst, der Gebrauch von einer Mittelanzapfung macht.

**[0060]** Fig. 13 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung, welche einen Durchflusswandler umfasst. Fig. 13 zeigt einen Leistungstransformator **200**, der eine primäre Wicklung **205** und wenigstens eine sekundäre Wicklung **210** aufweist. Die sekundäre Wicklung **210** weist zwei Anschlüsse **215** und **220** auf. Der Anschluss **215** ist mit der Anode einer LED **225** gekoppelt, während der Anschluss **220** mit der Anode der LED **230** gekoppelt ist. Die Kathoden der LEDs **225** und **230** treffen sich an einem Knoten, der zudem mit einem Ende einer Induktionsspule **235** gekoppelt ist. Das andere Ende der Induktionsspule **235** gekoppelt ist mit der Kathode einer LED **240** gekoppelt, die wiederum über ihre Kathode mit dem Anschluss **220** verbunden ist, um den Schaltkreis abzuschließen.

**[0061]** Nachfolgend wird die Funktion der in Fig. 13 dargestellten Ausführungsform beschrieben. Die primäre Wicklung **205** empfängt als primäre Wicklung eines Transformators eines Durchflusswandlers, einschließlich bekannter Durchflusswandler, eine Reihe von Impulsen, so dass in Reaktion auf die Impulse an der primären Seite wechselnde Spannungsimpulse in der sekundären Wicklung **210** induziert werden. In Reaktion auf eine positive Spannung, die zur sekundären Wicklung **210** gekoppelt wird, nimmt der Anschluss **215** eine positive Polarität an. Diese Spannung erhöht den Strom durch die Induktionsspule **235** und die LEDs **225** und **240**. Wenn die induzierte Spannung negativ ist, dann weist der Anschluss **215** eine negative Polarität auf und die LED **225** wird in Sperrrichtung vorgespannt. Dann fließt der Strom der Induktionsspule **235** auf eine Weise durch die LED **230** anstatt durch die LED **225**, die ähnlich der Funktionsweise des Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung gemäß Fig. 4 ist.

**[0062]** In vorteilhafter Weise erzeugt jede der LEDs **225**, **230** oder **240** eine von drei primären Farben, die in Kombination eine gewünschte Farbe erzeugen, obwohl dies kein Erfordernis ist, um die Erfindung anzuwenden. Der Strom durch jede der LEDs **225**, **230** oder **240** wird moduliert, um eine gewünschte Helligkeit für die Kombination der drei LEDs zu erzeugen, was zu einer gewünschten Farbe aus einem breiten Bereich von möglichen Farben führt. Das Tastverhältnis und die Eingabespannung bestimmten den Strom durch jede der LEDs **225**, **230** oder **240**, wie oben im Zusammenhang mit Fig. 4 beschrieben ist. Ohne Verlust der Allgemeingültigkeit wird angemerkt, dass jede der LEDs durch eine Kombination von LEDs oder anderer Komponenten ersetzt werden kann, die einen ähnlichen unidirektionalen Strompfad erzeugen.

**[0063]** Fig. 14 zeigt eine andere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung, welche einen Sperrwandler mit einer Kopplungsinduktivität **250** umfasst. Die Kopplungsinduktivität **250** weist eine primäre Wicklung **255** und eine Mehrzahl von sekundären Wicklungen, wie die dargestellten sekundären Wicklungen **265**, **270** und **275** auf. Die Wicklung **260** ist mit einer LED **280** gekoppelt, die Wicklung **265** ist mit einer LED **285** gekoppelt, und die Wicklung **270** ist mit einer LED **290** gekoppelt. Wie oben bereits ausgeführt ist, erzeugt jede der LEDs **280**, **285** und **290** eine der drei primären Farben, die kombiniert werden, um eine gewünschte Farbe zu erzeugen. Zusätzlich kann die Anzahl von sekundären Wicklungen entsprechend der Anzahl von erforderlichen Farben oder der Anzahl von LEDs, die vom gemeinsamen Leistungswandler getrieben werden, weiter variiert werden.

**[0064]** Nachfolgend wird die Funktion der Ausführungsform der Erfindung gemäß Fig. 14 beschrieben, wenn die primäre Wicklung **255** mit einer Reihe von wechselnden Rechteckspannungsimpulsen gekoppelt wird. Die Vorrichtung arbeitet als Sperrwandler, so dass, wenn die primäre Wicklung **255** erregt wird, die LEDs, die mit den korrespondierenden sekundären Wicklungen gekoppelt sind, in Sperrrichtung vorgespannt sind, so dass keine Energie an sie übertragen wird, da kein Strom durch sie fließt. Wenn die Polarität der Spannung über der Wicklung **255** umgekehrt wird, wird Energie, welche in der Kopplungsinduktivität **250** gespeichert ist, an jede LED freigegeben. In der Praxis arbeitet dieser Wandlertyp typischerweise im diskontinuierlichen Modus, wenn er mit dem Eingang einer AC/DC-Diodenbrücke gekoppelt wird. Eine Reihe von geeigneten wechselnden Rechteckspannungsimpulsen für die primäre Wicklung **255** ermöglichen dem Strom, der aus der AC-Quelle gezogen wird, der wechselnden Spannung zu folgen, um einen höheren Leistungsfaktor zu erhalten.

**[0065]** Die Helligkeit der LEDs kann variiert werden, um verschiedene Farbkombinationen zu erzeugen, wie oben mit den Strömen durch die verschiedenen LEDs beschrieben ist, die von der Anzahl der Windungen der assoziierten sekundären Wicklung und dem Tastverhältnis abhängig sind.

**[0066]** Fig. 15 zeigt eine andere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung, welche einen Transformator mit Mittelanzapfung verwendet. Der dargestellte Wandler mit Mittelanzapfung umfasst einen Transformator **300** mit einer primären Wicklung **305** und sekundären Wicklungen **310** und **315**, die an einem Knoten miteinander gekoppelt sind. Die sekundäre Wicklung **310** ist mit der Anode einer LED **320** gekoppelt und die sekundäre Wicklung **315** ist mit der Anode einer LED **325** gekoppelt. Die Kathoden der LEDs **320** und **325** sind miteinander und mit einem Ende einer Induktionsspule **330** verbunden. Des Weiteren ist die Anode der LED **335** mit der Induktionsspule **330** gekoppelt und ihre Kathode ist mit dem Knoten gekoppelt, der die sekundären Wicklungen **310** und **315** verbindet. In vorteilhafter Weise emittieren die LEDs **315**, **320** und **335** Licht mit verschiedenen Farben, um die Erzeugung von zusätzlichen Farben durch Kombinieren ihrer entsprechenden Emissionen zu ermöglichen.

**[0067]** Nachfolgend wird die Funktion der in Fig. 15 dargestellten Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Die primäre Wicklung **305** kann, wie bei den meisten Durchflusswandler, beispielsweise durch eine Halbbrückenschaltung oder eine Vollbrückenschaltung getrieben werden und eine Reihe von Spannungsimpulsen empfangen, die zu einer Erregung der sekundären Wicklungen **310** und **315** führen. Der Strom von den sekundären Wicklungen **310** und **315** fließt entweder über die LED **320** oder die LED **325** zur Induktionsspule **330** und dann zur LED **335**. Der Strom durch jede der LEDs **320**, **325** und **335** wird durch Variieren des Verhältnisses der sekundären und primären Wicklungen, der Taktfrequenz, des Tastverhältnisses, der Eingabespannung und dem Wert der Induktionsspule **330** moduliert. Daher führt eine geeignete Einstellung des Stroms durch eine LED zur Erzeugung einer gewünschten Helligkeit und in Kombination mit der Farbe, die durch andere LEDs erzeugt wird, zur Erzeugung einer gewünschten Farbe.

**[0068]** Obwohl die Fig. 13 bis Fig. 15 eine wechselnde Leistungsquelle aufweisen, betrifft dies nicht nur eine mit einer Sinusform wechselnde Leistungsquelle. So sind auch Rechteckschwingungen oder sogar unregelmäßige Signalförmigkeiten, die in der Lage sind die sekundären Wicklungen zu treiben, bei der beispielhaften Beschreibung einer Wechselleistungsquelle eingeschlossen. Die Wechselleistungsquelle umfasst einen getakteten Leistungs-Durchflusswandler und/oder einen Transformator und/oder einen getakteten Leistungs-Sperrwandler und/oder einen getakteten Leistungs-Brückenwandler und/oder ähnliche Schaltungen.

**[0069]** Die vorherigen Ausführungsformen umfassen eine Induktionsspule, die in Reihe mit einer ersten LED geschaltet ist, denen eine zweite Leuchtdiode parallel geschaltet ist. Die zweite LED ist so angeordnet, dass sie in Sperrrichtung vorgespannt ist, wenn eine Leistungsquelle einen Strom durch die Induktionsspule und die erste LED treibt. Zusätzlich steuert ein Schalter die Verbindung der Induktionsspule und der ersten LED mit der Leistungsquelle. Des Weiteren können zusätzliche LEDs hinzugefügt werden, beispielsweise eine dritte LED, die parallel zur ersten Leuchtdiode geschaltet wird und mit einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss der Leistungsquelle verbunden wird. Alternativ kann eine dritte Leuchtdiode in Reihe zur ersten Leuchtdiode und zu einem ersten Anschluss und zu einem zweiten Anschluss der Leistungsquelle geschaltet werden.

**[0070]** Eine weitere Ausführungsform umfasst eine Induktionsspule, die in Reihe mit einer ersten LED geschaltet ist, einen Schalter, der eine Verbindung der Induktionsspule und der ersten LED mit einer Leistungsquelle steuert, die wiederum über den Schalter und eine zweite LED in Reihe zur Induktionsspule geschaltet ist. Die zweite LED weist eine Durchlassspannung auf, die höher als eine Eingabespannung über der Leistungsquelle ist, und ist zum Schalter und der ersten LED parallel geschaltet. Um das Schaltbild abzuschließen, ist die zweite LED in Reihe zur Induktionsspule und zur Leistungsquelle geschaltet. Wie oben bereits ausgeführt ist, können zusätzliche LEDs hinzugefügt werden beispielsweise durch Verwenden einer LED-Bank anstelle einer einzelnen LED, oder durch eine dritte Leuchtdiode, die parallel zum ersten und zweiten Eingabeanschluss der Leistungsquelle geschaltet wird. Zudem kann die dritte Leuchtdiode auch in Reihe zum ersten oder zweiten Anschluss der Leistungsquelle geschaltet werden.

**[0071]** Wenn eine Isolation zwischen der Eingangs- und Ausgangsseite gewünscht wird, kann eine magnetische Kopplung in den Entwurf aufgenommen werden. Eine beispielhafte Vorrichtung umfasst einen getakteten Leistungs-Durchflusswandler mit einem Transformator, einer mit dem Transformator gekoppelten sekundären Wicklung, eine mit der sekundären Wicklung gekoppelte LED und eine Induktionsspule. Eine weitere LED ist ebenfalls mit der Induktionsspule gekoppelt und ein anderer Anschluss der sekundären Wicklung ist mit einer dritten LED gekoppelt, die parallel zur Reihenschaltung aus der zweiten Leuchtdiode und der Induktionsspule

geschaltet ist. Die Funktion der Konfiguration entspricht der für die [Fig. 13](#) bis [Fig. 15](#) beschriebenen Funktion.

**[0072]** Ein anderer Entwurf mit Isolation verwendet einen getakteten Leistungs-Sperrwandler, einen Transformator, eine Mehrzahl von sekundären Wicklungen, die mit dem Transformator gekoppelt sind, und eine LED, die mit den sekundären Wicklungen gekoppelt ist. Zusätzlich kann die Vorrichtung einen Brückengleichrichter umfassen, der mit Mitteln, die den Sperrwandler mit einem Strom, der durch eine Wechselleistungsquelle mit einem Phasenwinkel geliefert wird, der einer korrespondierenden Wechselspannung folgt, in einem diskontinuierlichen Modus betreiben, einen Wechselstrom in einen Gleichstrom umwandelt.

**[0073]** Dies geschieht in Übereinstimmung mit dem Betrieb eines diskontinuierlichen Sperrwandler. Mit einem festen Tastverhältnis ist der Eingabestrom zur Eingabespannung proportional, wodurch die Impedanz des Wandlereingangs einen ohmschen Widerstand annimmt. Wenn die Eingabespannung von einem Brückengleichrichter abgeleitet wird, der mit einer Sinusspannung getrieben wird, dann ist der Eingabestrom ebenfalls sinusförmig und in Phase mit der Treiberspannung. Die resultierenden Ausgabeströme der LEDs können ebenfalls sinusförmig sein, ihre Helligkeitsvariationen mit der Netzfrequenz sind für das menschliche Auge jedoch nicht sichtbar.

**[0074]** Noch eine weitere Konfiguration umfasst einen getakteten Leistungs-Brückenwandler, einen Transformator, zwei oder mehr sekundäre Wicklungen, so dass ein erster Anschluss einer ersten sekundären Wicklung die entgegengesetzte Polarität zu einem ersten Anschluss einer zweiten sekundären Wicklung aufweist. Zwei LEDs, die an ihren Kathoden miteinander gekoppelt sind, sind mit einer Induktionsspule verbunden. Die Anode einer ersten Leuchtdiode ist mit dem ersten Anschluss der ersten sekundären Wicklung verbunden, und die Anode einer zweiten Leuchtdiode ist mit dem ersten Anschluss der zweiten sekundären Wicklung verbunden. Um den Entwurf abzuschließen, ist die mit den Kathoden der LEDs gekoppelte Induktionsspule zudem mit einem zweiten Anschluss der ersten sekundären Wicklung und über eine dritte Leuchtdiode mit einem zweiten Anschluss der zweiten sekundären Wicklung verbunden.

**[0075]** Selbstverständlich können die hier beschriebenen verschiedenen Merkmale einzeln oder in einer beliebigen Kombination verwendet werden. Daher ist die vorliegende Erfindung nicht nur auf die hier beschriebenen Ausführungsformen begrenzt. Während die vorherigen Beschreibungen und Zeichnungen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betreffen, können selbstverständlich verschiedene Ergänzungen, Modifikationen und Ersetzungen vorgenommen werden, ohne den Geltungsbereich der vorliegenden Erfindung zu verlassen, der durch die nachfolgenden Ansprüche definiert wird. Dem Fachmann ist insbesondere klar, dass die vorliegende Erfindung in anderen speziellen Formen, Strukturen und Anordnungen und mit anderen Elementen und Komponenten ausgeführt werden kann, ohne von deren Anwendungsbereich oder charakteristischen Eigenschaften abzuweichen. Der Fachmann versteht, dass die Erfindung mit vielen Modifikationen der Struktur, der Anordnung und der Komponenten und anderweitig in der Praxis der Erfindung verwendet werden kann, die insbesondere an spezielle Umgebungen und Betriebsbedingungen angepasst sind, ohne vom Prinzip der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die vorliegenden offenbarten Ausführungsformen sind daher in jeder Hinsicht als Beispiele und nicht einschränkend zu betrachten, wobei der Geltungsbereich durch die nachfolgenden Ansprüche angezeigt wird und nicht auf die vorherige Beschreibung begrenzt ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bereitstellung von Leistung für eine Mehrzahl von Leuchtdioden, die wenigstens drei Leuchtdioden (**20**, **30**, **35**), die unterschiedliche Farben erzeugen, zur Erzeugung einer gewünschten Farbe und Helligkeit umfasst, wobei das Verfahren beinhaltet:

- Verwenden von wenigstens zwei der wenigstens drei Leuchtdioden als Diodenelemente in einer Leistungswandlerkonfiguration, die außerdem eine Induktivität (**15**) und einen Schalter (**25**) oder einen Transformator (**200**) umfasst, so dass ein durch die wenigstens zwei Leuchtdioden (**20**, **30**) fließender Strom moduliert werden kann,
- Variieren der Helligkeit der wenigstens zwei Leuchtdioden mittels Variieren des durch sie hindurch fließenden Stroms, wobei die Stromänderung ein Einstellen eines Stromverhältnisses in Abhängigkeit von einem Tastverhältnis ( $D$ ) und/oder einer Eingangsspannung ( $V_{in}$ ) der Leistungswandlerkonfiguration umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die wenigstens drei Leuchtdioden Primärfarben blau, rot und grün erzeugen.

3. Vorrichtung zur Bereitstellung von Leistung für eine Mehrzahl von Leuchtdioden zum Erzeugen einer gewünschten Farbe und Helligkeit, wobei die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder

2 konfiguriert ist und folgende Elemente enthält:

- eine in Reihe zu einer ersten Leuchtdiode (**20**) geschaltete Induktivität (**15**),
- eine zweite Leuchtdiode (**30**), die derart zu der Induktivität und der ersten Leuchtdiode parallel geschaltet ist, dass sie in Sperrrichtung vorgespannt ist, wenn eine Leistungsquelle einen Strom durch die Induktivität und die erste Leuchtdiode treibt, und
- einen Schalter (**25**), der die Verbindung der Induktivität und der ersten Leuchtdiode mit der Leistungsquelle steuert.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, die des Weiteren eine dritte Leuchtdiode (**35, 60**) aufweist, welche parallel oder seriell zur ersten Leuchtdiode an einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss der Leistungsquelle gekoppelt ist.

5. Vorrichtung zur Bereitstellung von Leistung zum Treiben einer Mehrzahl von Leuchtdioden, wobei die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 konfiguriert ist und eine in Reihe zu einer ersten Leuchtdiode (**120**) geschaltete Induktivität (**115**), einen Schalter (**130**), der eine Verbindung der Induktivität und der ersten Leuchtdiode mit einer Leistungsquelle steuert, sowie einen ersten Anschluss (**100**) und einen zweiten Anschluss (**105**) der Leistungsquelle aufweist, die über den Schalter und wenigstens eine zweite Leuchtdiode (**125**) in Reihe zur Induktivität geschaltet ist, wobei die wenigstens eine zweite Leuchtdiode eine Durchlassspannung höher als eine Eingangsspannung über dem ersten und zweiten Anschluss aufweist und wobei des Weiteren die zweite Leuchtdiode parallel zu dem Schalter und der ersten Leuchtdiode geschaltet ist und die zweite Leuchtdiode in Reihe zur Induktivität und zur Leistungsquelle geschaltet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei sie des Weiteren eine dritte Leuchtdiode (**110, 160**) aufweist, die parallel oder in Reihe zu dem ersten und zweiten Eingangsanschluss geschaltet ist.

7. Vorrichtung zur Bereitstellung von Leistung zum Treiben einer Mehrzahl von Leuchtdioden, wobei die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 konfiguriert ist und einen getakteten Leistungs-Durchflusswandler mit einem Transformator (**200**), eine mit dem Transformator gekoppelte Sekundärwicklung mit wenigstens zwei Anschlüssen (**215, 220**), eine erste Leuchtdiode (**225**) mit einem ersten Ende und einem zweiten Ende, wobei das erste Ende der ersten Leuchtdiode mit einem ersten Anschluss der Sekundärwicklung gekoppelt ist und das zweite Ende der ersten Leuchtdiode mit einem ersten Ende einer Induktivität (**235**) und einem ersten Ende einer zweiten Leuchtdiode (**240**) gekoppelt ist und des Weiteren ein zweites Ende der zweiten Leuchtdiode mit einem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung gekoppelt ist, sowie eine dritte Leuchtdiode (**230**) umfasst, die parallel zur Reihenschaltung der zweiten Leuchtdiode und der Induktivität geschaltet ist.

8. Vorrichtung zur Bereitstellung von Leistung zum Treiben einer Mehrzahl von Leuchtdioden, wobei die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 konfiguriert ist und einen getakteten Leistungs-Sperrwandler mit einem Transformator (**250**), eine Mehrzahl von mit dem Transformator gekoppelten Sekundärwicklungen (**260, 265, 270**) und wenigstens eine mit der jeweiligen Sekundärwicklung gekoppelte Leuchtdiode (**280, 285, 290**) umfasst.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, die des Weiteren einen Brückengleichrichter zur Wandlung eines Wechselstroms in einen Gleichstrom sowie Mittel zum Betreiben des Sperrwandlers im diskontinuierlichen Betriebsmodus mit von einer Wechselstromquelle geliefertem Strom umfasst, dessen Phasenwinkel einer zugehörigen Wechselspannung folgt.

10. Vorrichtung zur Bereitstellung von Leistung zum Treiben einer Mehrzahl von Leuchtdioden, wobei die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 ausgelegt ist und folgende Elemente enthält:

- einen getakteten Brücken-Leistungswandler mit einem Transformator (**300**),
- eine Mehrzahl von Sekundärwicklungen mit wenigstens einer ersten Sekundärwicklung (**310**) und einer zweiten Sekundärwicklung (**315**), die mit dem Transformator gekoppelt sind, so dass ein erster Anschluss der ersten Sekundärwicklung die gegenüber derjenigen eines ersten Anschlusses der zweiten Sekundärwicklung entgegengesetzte Polarität hat,
- eine erste und eine zweite Leuchtdiode (**320, 325**), die mit ihren Kathoden miteinander gekoppelt sind, wobei des Weiteren eine Anode der ersten Leuchtdiode mit dem ersten Anschluss der ersten Sekundärwicklung verbunden ist und eine Anode der zweiten Leuchtdiode mit dem ersten Anschluss der zweiten Sekundärwicklung verbunden ist, und
- eine Induktivität (**330**), die mit den Kathoden der ersten und der zweiten Leuchtdiode gekoppelt ist und des

Weiteren mit einem zweiten Anschluss der ersten Sekundärwicklung und einem zweiten Anschluss der zweiten Sekundärwicklung über eine dritte Leuchtdiode (**335**) gekoppelt ist.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

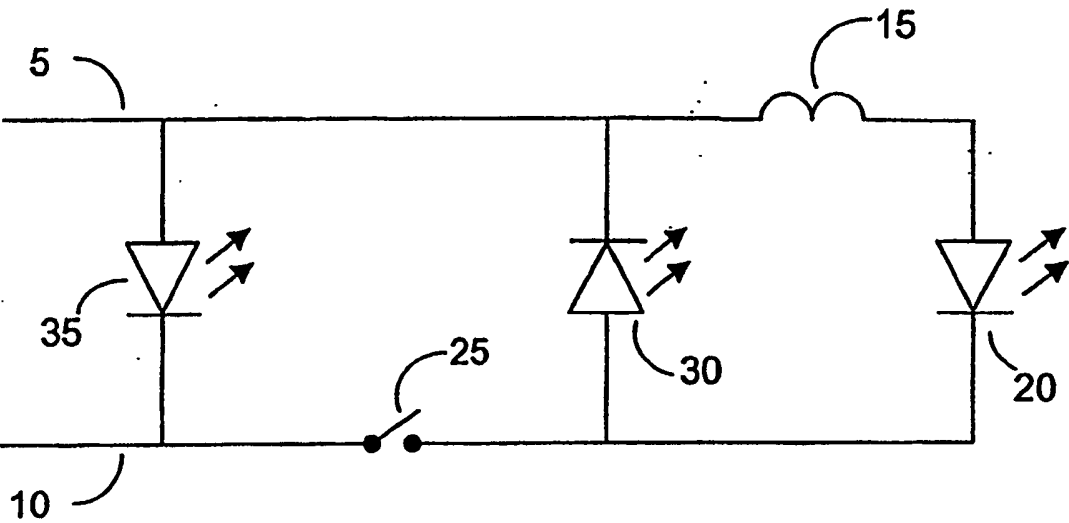


FIG. 1

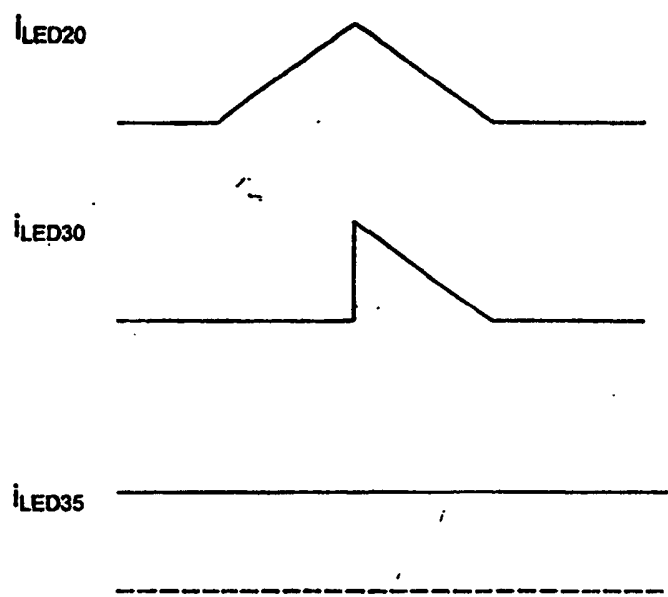


FIG. 2

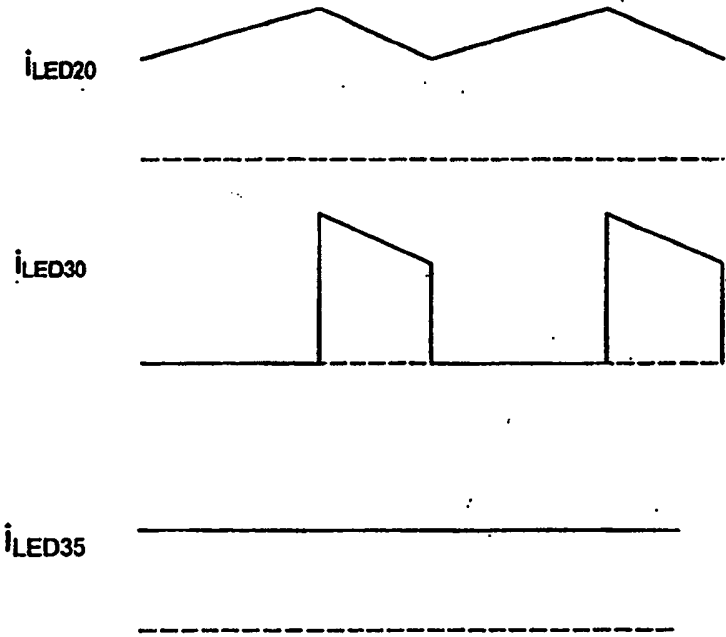


FIG. 3



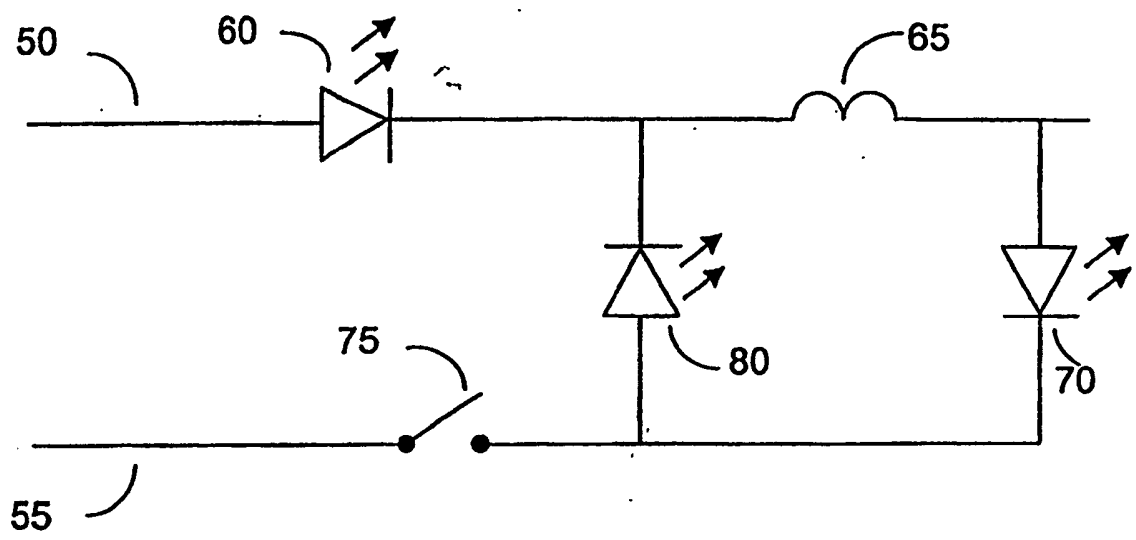


FIG. 4

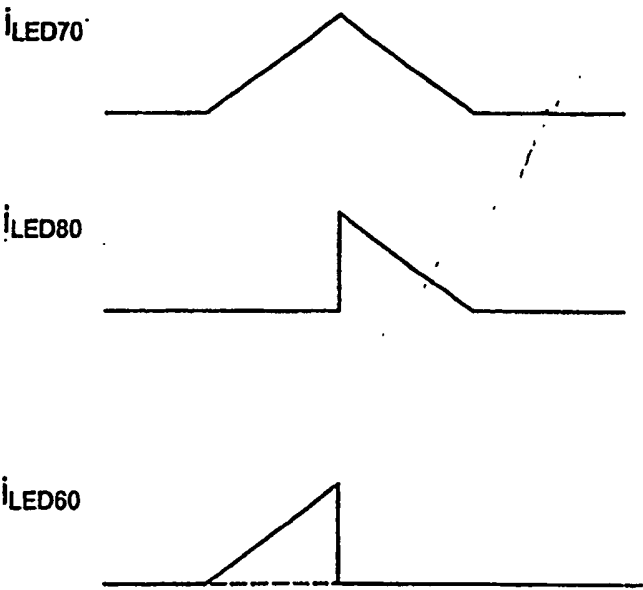


FIG. 5

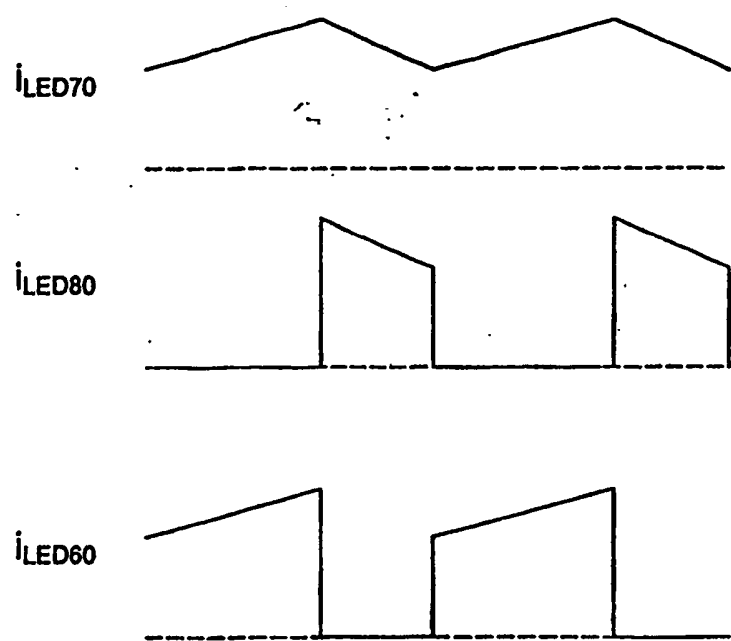


FIG. 6

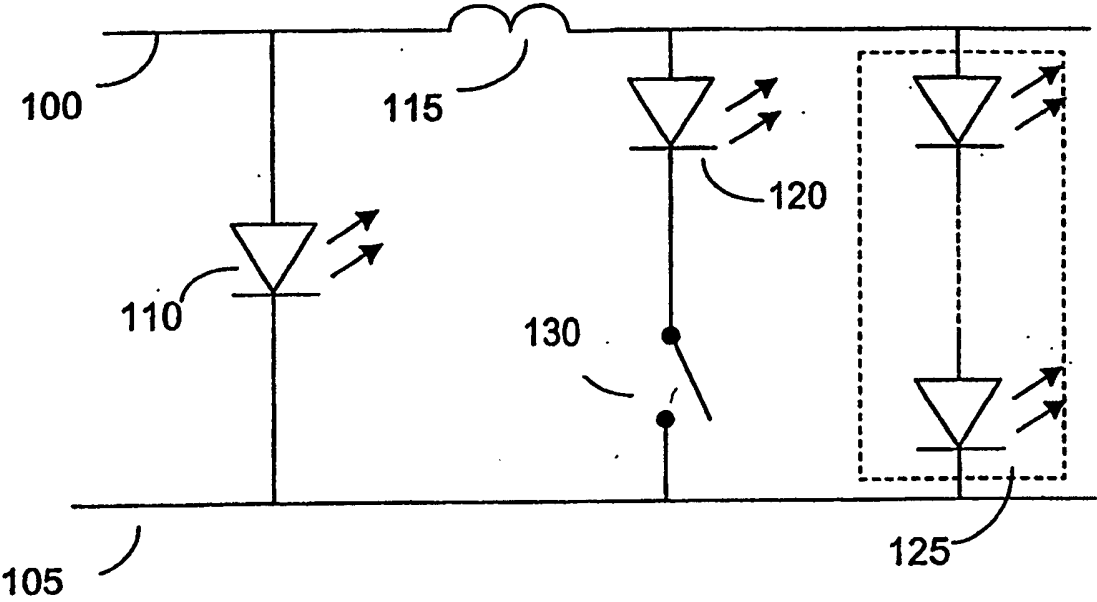


FIG. 7

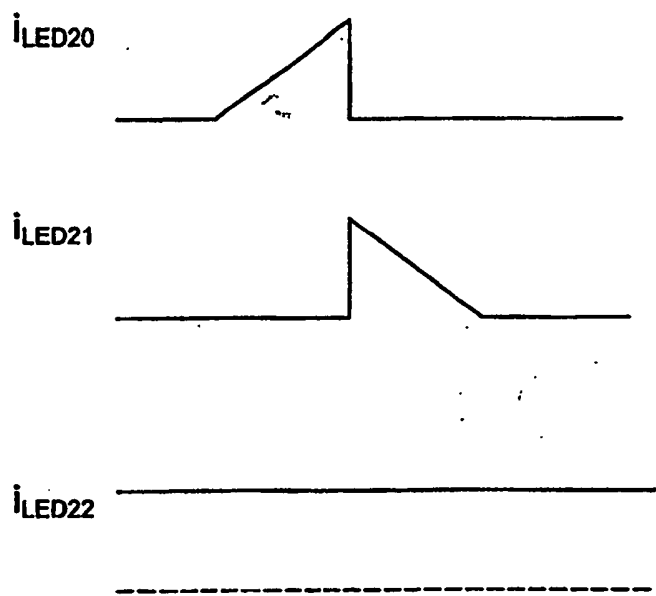


FIG. 8

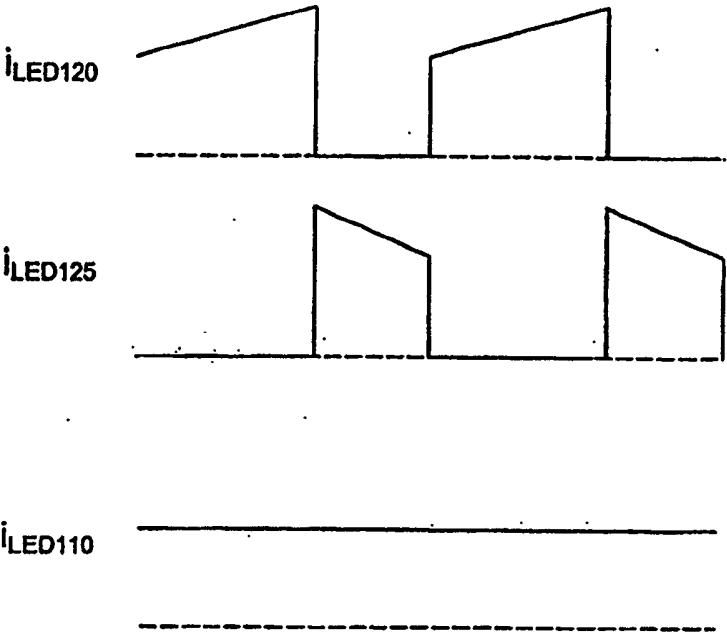


FIG. 9

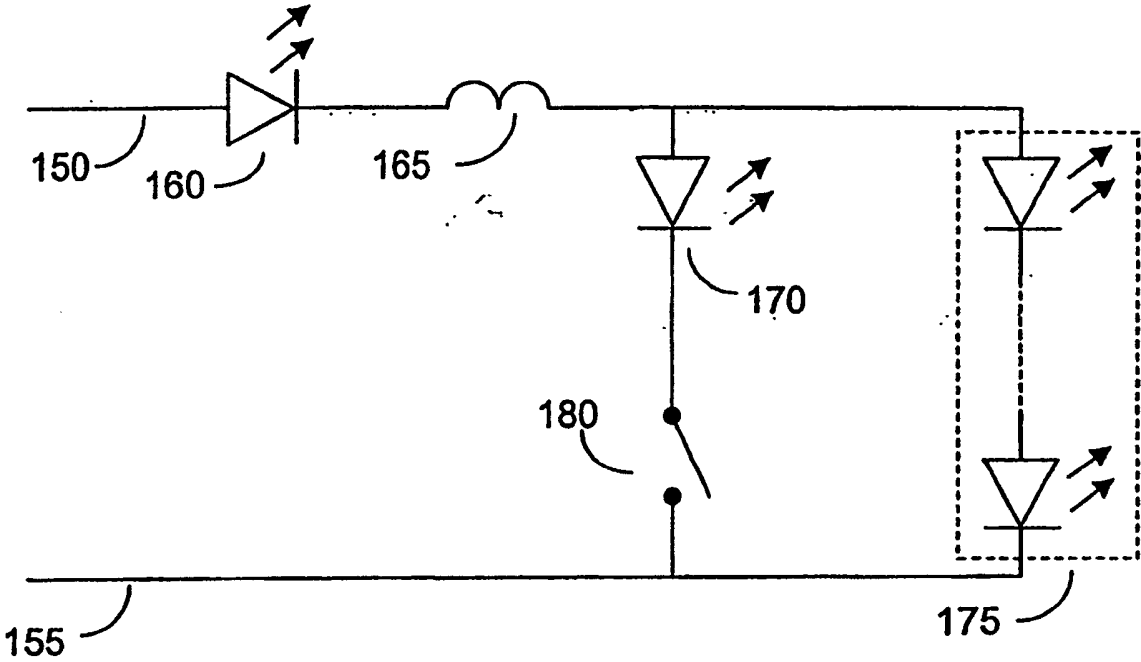


FIG. 10

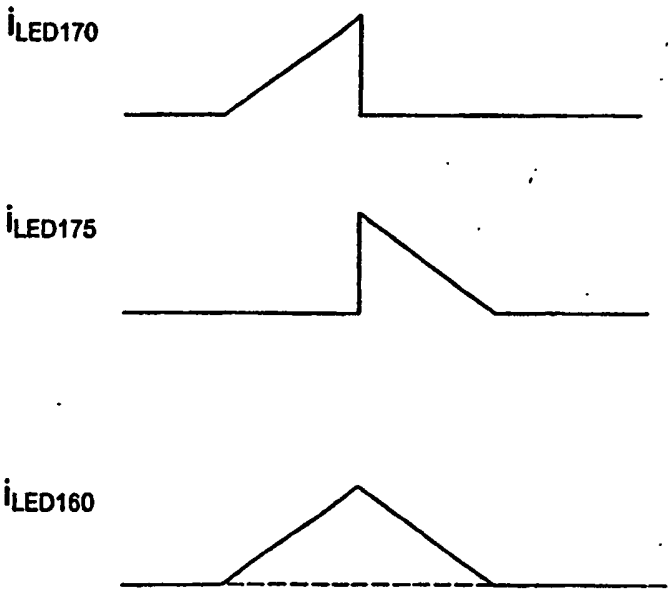


FIG. 11



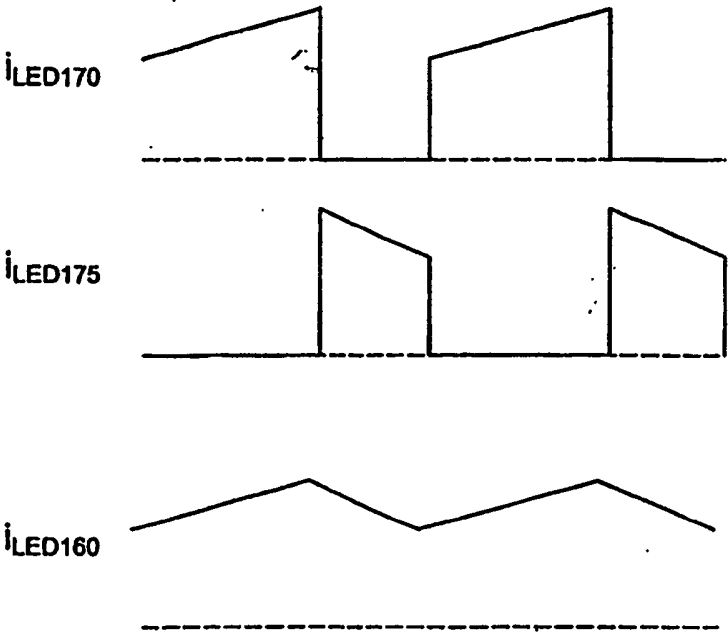


FIG. 12

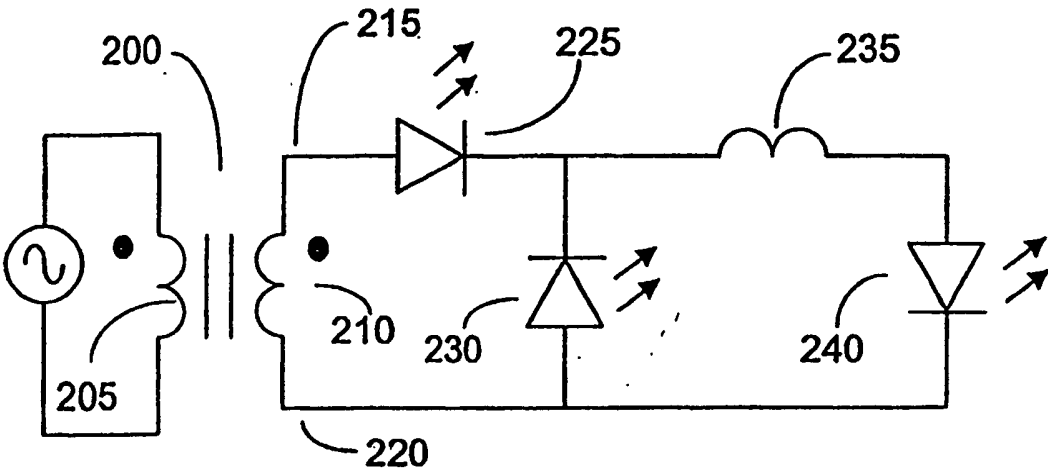


FIG. 13

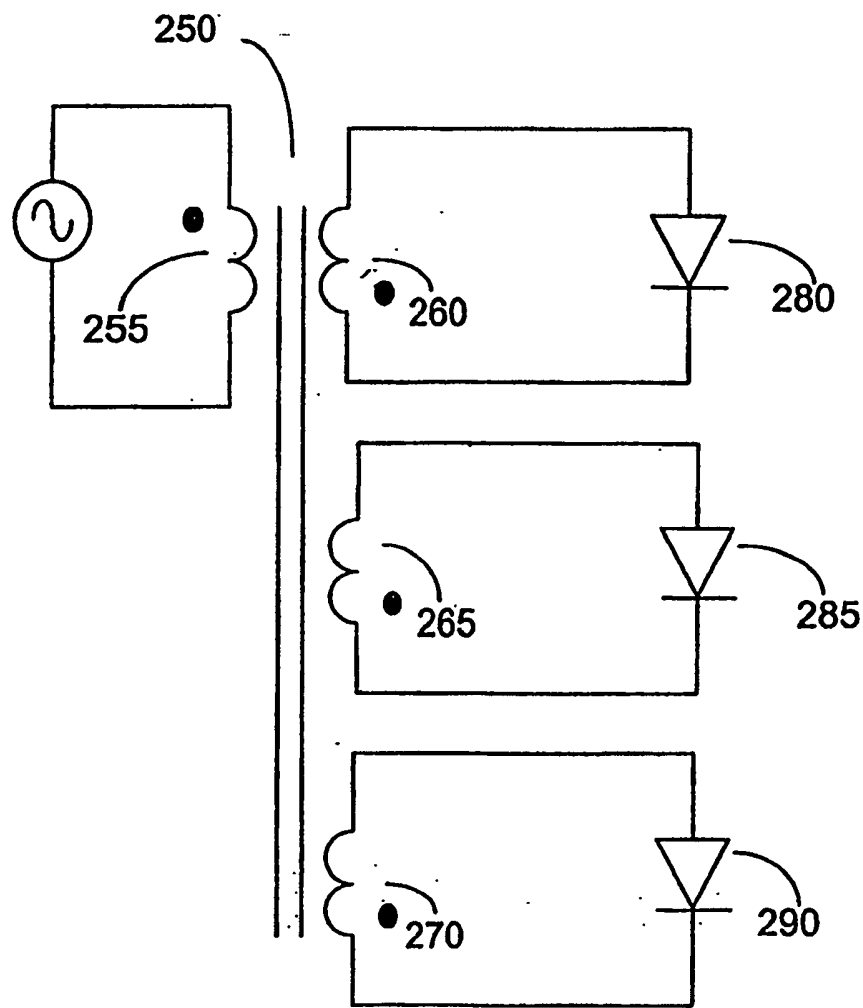


FIG. 14

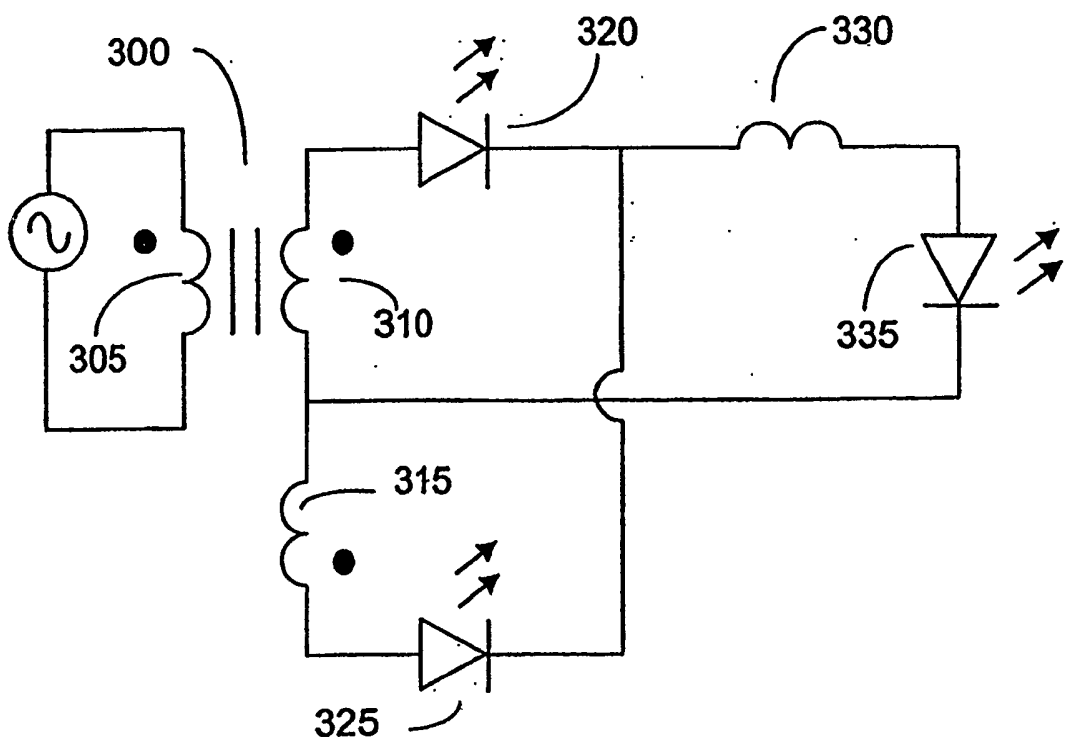


FIG. 15